

Controller of automatic gearbox change according to defined torque increases engine driven torque during initial phase to set constant gearbox driven torque, then regulates speed gradient

Patent number: DE19928674

Publication date: 2000-12-28

Inventor: STEINHAUSER KLAUS (DE); GIERER GEORG (DE); TENBROCK FRIEDRICH (DE)

Applicant: ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN (DE)

Classification:

- international: **F16H61/06**; F16H61/04; **F16H61/06**; F16H61/04; (IPC1-7): F16H63/40

- european: B60K41/06E; F16H61/06E

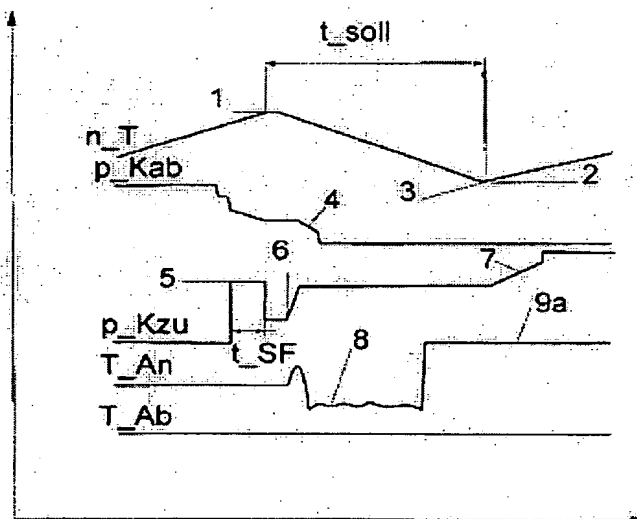
Application number: DE19991028674 19990623

Priority number(s): DE19991028674 19990623

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19928674

The controller performs a regulated increase of the engine driven torque (T_{Ab}) during an initial phase of a gear change, so that a constant driven torque is set for the gearbox, and regulating an actual revolution rate gradient over the remainder of the change by manipulating the drive torque (T_{An}), so that a predefined demand revolution rate gradient is achieved as the driven torque is held constant.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 28 674 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 16 H 63/40

②① Aktenzeichen: 199 28 674.4
②② Anmeldetag: 23. 6. 1999
②③ Offenlegungstag: 28. 12. 2000

DE 199 28 674 A 1

⑦① Anmelder:
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

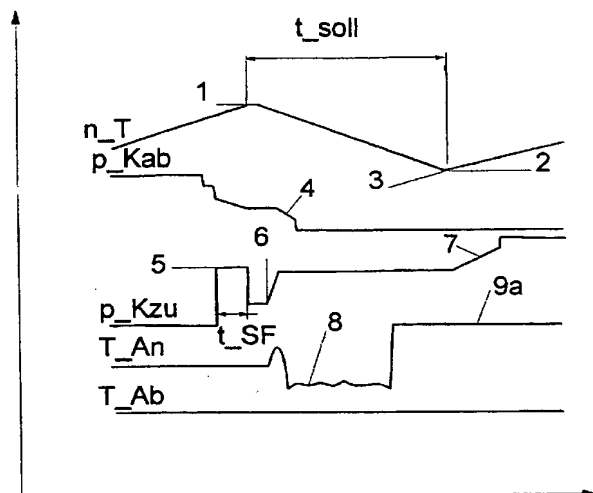
⑦② Erfinder:
Steinhauser, Klaus, 88079 Kressbronn, DE; Gierer,
Georg, 88079 Kressbronn, DE; Tenbrock, Friedrich,
88085 Langenargen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑤④ Steuerung einer Überschneidungsschaltung nach einem vorgegebenen Abtriebsmoment

⑤⑦ Bei einer Steuerung einer Überschneidungsschaltung mittels wenigstens je einer zu- und einer abschaltenden Kupplung eines Automatgetriebes wird das Antriebsdrehmoment des Automatgetriebes durch das Abtriebsdrehmoment einer Kraftmaschine bereitgestellt. Die Kraftmaschine verfügt dabei über eine Einrichtung zur Manipulation ihres Abtriebsdrehmoments. In der Anfangsphase der Überschneidungsschaltung erfolgt ein geregeltes Anheben (12) des Abtriebsdrehmoments der Kraftmaschine in der Art, daß sich ein konstantes Abtriebsdrehmoment (T_{Ab}) des Automatgetriebes einstellt. Im weiteren Verlauf der Überschneidungsschaltung wird ein Drehzahl-Istgradient durch eine Manipulation des Antriebsdrehmoments (T_{An}) in der Art geregelt, daß sich bei weiterhin konstant gehaltenem Abtriebsdrehmoment (T_{Ab}) des Automatgetriebes ein vorgegebener Drehzahl-Sollgradient einstellt.



DE 199 28 674 A 1

Die Erfindung betrifft eine Steuerung/Regelung einer Überschneidungsschaltung nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

Zum Schalten eines Automatgetriebes durch eine Überschneidungsschaltung übernimmt eine erste, zuschaltende Kupplung das Drehmoment von einer zweiten, abschaltenden Kupplung. Damit es zu keiner Zugkraftunterbrechung kommt, fällt der Druckaufbau an der ersten im allgemeinen hydraulisch betätigten Kupplung in den Bereich des Abschaltvorgangs der zweiten ebenfalls hydraulisch betätigten Kupplung. Die Schaltvorgänge überschneiden sich also.

Aus der DE 41 14 382 ist eine Kupplungsumschaltung bei einem Automatgetriebe bekannt. Hierbei wird eine erste Kupplung in Eingriff gebracht und eine zweite Kupplung wird freigegeben. Diese Überschneidungsschaltung ermöglicht dabei einen weitaus harmonischeren, also weicheren Gangwechsel, als dies die bis dahin eingesetzten mechanischen oder hydraulischen Mittel, z. B. Freilauf und Abschaltventil, ermöglicht hatten.

Trotz der Verbesserung des Schaltvorgangs durch die Überschneidungsschaltung läßt sich ein Beschleunigungseinbruch bzw. eine Erhöhung während der Schaltung beim Gangwechsel nicht gänzlich vermeiden, weil es während des Schaltens zu sogenannten Überschneidungsverlusten kommt. Die Überschneidungsverluste entstehen dadurch, daß sich bei der Überschneidungsschaltung kurzzeitig zwei Kupplungen im schleifenden Eingriff befinden. Dabei kann das gewünschte Abtriebsmoment nicht in seiner vollen Höhe übertragen werden und es kommt zu Reibungsverlusten an den schleifenden Kupplungen. Durch den kurzzeitigen Drehmomenteinbruch am Abtrieb des Automatgetriebes in der Anfangsphase des Schaltvorganges machen sich diese Überschneidungsverluste direkt bemerkbar. Am Ende der Überschneidungsschaltung, wenn die neue erforderliche Soll-Eingangsdrehzahl erreicht ist, kommt es zu einem weiteren Drehmomentsprung am Abtrieb des Automatgetriebes, welcher durch den Abbau des dynamischen Überschußmoments während der Übersetzungsänderung und den Übergang auf das neue Übersetzungsverhältnis bedingt ist.

Um das Schaltverhalten zu optimieren, gibt es nun Verfahren, die auf die Betätigungsdrücke der zu- bzw. abschaltenden Kupplung Einfluß nehmen. Eine solche, im Allgemeinen hydraulisch betätigte Kupplung ist nämlich erst ab einem gewissen Betätigungsdruck in der Lage, das gewünschte Drehmoment zu übertragen und ihre volle Funktion zu erfüllen. Über verschiedene Steuerungs- bzw. Regelungsverfahren, z. B. der geregelten Lastschaltung (GLS), für den Betätigungsdruck der Kupplungen wird nun versucht, eine möglichst harmonische Überschneidungsschaltung zu realisieren. Ein weiteres dabei eingesetztes Verfahren ist z. B. auch die sogenannte geregelte Lastübernahme (GLÜ), welche in der DE 42 40 621 A1 beschrieben wird. Aber auch hier läßt sich ein leichter Drehmomenteinbruch am Abtrieb des Automatgetriebes zu Beginn der Überschneidungsschaltung nicht vollkommen vermeiden.

Die Schaltdrücke für die abschaltende und für die zuschaltende Kupplung bestehen bei der GLS und der GLÜ aus gesteuerten Anteilen und Regelungsanteilen, welche in einem elektronischen Getriebesteuergerät (EGS) abgelegt sind. Die gesteuerten Anteile, abgelegt in Kennfeldern bzw. Kennlinien, sind in Abhängigkeit des An- bzw. Abtriebsdrehmoments und der vorgegebenen Drehzahl, häufig auch noch von der Temperatur im Getriebe, vorgegeben. Der Schaltvorgang wird dann derart gesteuert bzw. geregelt, daß sich an den Kupplungen, insbesondere an der zuschaltenden Kupplung, eine Soll-Schleifzeit einstellt, nach deren Ablauf

die neue, zu erreichende Drehzahl realisiert ist. Die Soll-Schleifzeit der Kupplung hängt direkt mit dem Drehzahlgradienten zusammen, d. h. die erforderliche, ebenfalls in einem Kennfeld in Abhängigkeit von Abtriebsdrehmoment und Drehzahl festgelegte Soll-Schleifzeit läßt sich durch eine Steuerung bzw. Regelung des Drehzahl-Istgradienten auf einen vorgegebenen Drehzahl-Sollgradienten realisieren.

Die Soll-Schleifzeit der zuschaltenden Kupplung muß dabei bei zwei Kriterien erfüllen. Ein harmonischer, weicher Gangwechsel erfordert einerseits eine möglichst lange Soll-Schleifzeit, andererseits muß die Soll-Schleifzeit auf einen solchen Zeitraum begrenzt werden, der sicherstellt, daß die zuschaltende Kupplung durch die Reibung während des Schaltens keine zu große thermische Belastung erfährt, wodurch die Kupplung leicht beschädigt werden könnte.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Steuerung für eine Überschneidungsschaltung eines Automatgetriebes zu realisieren, die den Schaltkomfort deutlich erhöht.

Dies kann bedeuten, daß z. B. beim Einsatz des Automatgetriebes in einem Fahrzeug während des Schaltvorgangs keine Beschleunigungsänderungen des Fahrzeuges auftreten.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 gelöst.

Durch das geregelte Anheben des Antriebsdrehmoments des Automatgetriebes in der Anfangsphase der Überschneidungsschaltung, z. B. durch aktives Gasgeben an der Kraftmaschine wird erreicht, daß sich in besonders vorteilhafter Weise ein konstantes Abtriebsdrehmoment am Automatgetriebe einstellt. Im weiteren Verlauf der Überschneidungsschaltung erfolgt eine weitere, geregelte Manipulation des Antriebsdrehmoments des Automatgetriebes, also des Abtriebsdrehmoments der Kraftmaschine, in der Art, daß ein Drehzahl-Istgradient auf einen vorgegebenen Drehzahl-Sollgradient eingeregelt wird, während über eine Druckansteuerung der Kupplung das geforderte Abtriebsdrehmoment des Automatgetriebes vorgegeben wird, ermöglicht durch die aktive Einflußnahme der Regelung auf das Antriebsdrehmoment des Automatgetriebes jetzt einen konstanten Verlauf des Abtriebsdrehmoments des Automatgetriebes.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird in der Schlußphase der Überschneidungsschaltung, kurz vor dem Erreichen des Synchronpunktes, das Antriebsdrehmoment des Automatgetriebes auf einen von dem geschalteten Übersetzungsverhältnis und dem Abtriebsdrehmoment des Automatgetriebes abhängigen Wert in der Art eingestellt, daß das Abtriebsdrehmoment des Automatgetriebes wenigstens annähernd konstant bleibt.

Damit fällt auch der im Stand der Technik auftretende Drehmomentsprung in der Schlußphase der Überschneidungsschaltung weg und man erhält eine konstantes Abtriebsdrehmoment während des gesamten Schaltvorganges.

Das erfindungsgemäße Grundprinzip der aktiven, geregelten Einflußnahme auf das Abtriebsdrehmoment der Kraftmaschine bzw. das Antriebsdrehmoment des Automatgetriebes gilt dabei sowohl für ein Hochschalten, als auch für ein Rückschalten des Automatgetriebes um jeweils wenigstens eine Gangstufe.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß im Falle eines nicht ausreichenden Antriebsdrehmoments der Kraftmaschine eine geregelte Lastschaltung (GLS) die Überschneidungsschaltung steuert bzw. regelt bis wieder ein ausreichendes Abtriebsdrehmoment an der Kraftmaschine verfügbar ist.

Insbesondere beim Vollastbetrieb der Kraftmaschine kann es vorkommen, daß durch die Kraftmaschine kein aus-

reichendes Überschußdrehmoment geliefert werden kann, um die erfindungsgemäße, geregelte Anhebung des Abtriebsdrehmoments der Kraftmaschine zu realisieren. Dann kann das Getriebe über bekannte Maßnahmen, wie die geregelte Lastschaltung GLS gesteuert werden, bis wieder ein ausreichendes Abtriebsdrehmoment an der Kraftmaschine zur Verfügung steht. Ab diesem Zeitpunkt kann dann das erfindungsgemäße, besonders vorteilhafte, geregelte Anheben des Antriebsdrehmoments des Automatgetriebes erfolgen. Dadurch läßt sich zwar ein Sprung im Abtriebsdrehmoment des Automatgetriebes nicht vollkommen vermeiden, jedoch kann das Schaltverhalten bei weitem gleichmäßiger gestaltet werden, als dies bei der herkömmlichen Steuerung der Überschneidungsschaltung der Fall wäre.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus den nachfolgend anhand der Zeichnungen erläuterten Ausführungsbeispielen.

Es zeigt:

Fig. 1 ein Schaltablaufdiagramm einer Überschneidungsschaltung beim Hochschalten gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 2 ein Schaltablaufdiagramm einer erfindungsgemäßen Überschneidungsschaltung beim Hochschalten;

Fig. 3 ein Schaltablaufdiagramm einer Überschneidungsschaltung beim Rückschalten gemäß dem Stand der Technik und

Fig. 4 ein Schaltablaufdiagramm einer erfindungsgemäßen Überschneidungsschaltung beim Rückschalten.

In **Fig. 1** ist ein zeitliches Schaltablaufdiagramm gemäß dem Stand der Technik dargestellt. Die Kurven zeigen dabei den Drehzahlverlauf n_t , den Verlauf des Betätigungsdrucks der abschaltenden Kupplung p_{Kab} , den Verlauf des Betätigungsdrucks der zuschaltenden Kupplung p_{Kzu} , das Antriebsdrehmoment des Automatgetriebes T_{An} , welches dem Abtriebsdrehmoment der Kraftmaschine entspricht, und das Abtriebsdrehmoment T_{Ab} des Automatgetriebes. Die Darstellungsform und die Bezeichnungen der einzelnen zeitlichen Verläufe erfolgt in **Fig. 2** analog.

Wie in **Fig. 1** zu erkennen ist, fällt beim Hochschalten des Automatgetriebes um eine Gangstufe die Drehzahl n_t während des Schaltvorganges von einer oberen Drehzahl 1 auf eine untere Drehzahl 2. Den Punkt, an dem die untere Drehzahl 2 zeitlich erreicht wird, bezeichnet man als Synchronpunkt 3. Während dieser Drehzahländerung befindet sich wenigstens eine der beiden Kupplungen im Eingriff, dieser Zeitraum stellt also gleichzeitig auch eine Schleifzeit der Kupplung dar. In der Anfangsphase der Überschneidungsschaltung wird die abschaltende Kupplung durch eine gesteuerte Reduzierung ihres Betätigungsdrucks p_{Kab} , welcher hier durch eine geregelte Lastübernahme GLÜ gesteuert wird, reduziert. Im Bereich der Rampe 4 des Betätigungsdrucks p_{Kab} wird dabei ein Druckniveau erreicht, bei dem die abschaltende Kupplung nicht mehr in der Lage ist, ein Drehmoment zu übertragen, sie schaltet ab.

Der zeitliche Verlauf des Betätigungsdrucks der zuschaltenden Kupplung p_{Kzu} zeigt in der Anfangsphase der Überschneidungsschaltung, während sich die abschaltende Kupplung bereits in der Reduktion ihres Betätigungsdrucks p_{Kab} befindet, eine Druckerhöhung, welche sich in Form einer rechteckigen Druckstufe 5 darstellt. Dieser Bereich wird in seinem zeitlichen Ablauf als sogenannte Schnellfüllzeit t_{SF} bezeichnet. Während dieser Schnellfüllzeit t_{SF} wird im Bereich der Betätigungselemente der zuschaltenden Kupplung, der für die Betätigung notwendige Druck aufgebaut, d. h. die zuschaltende Kupplung wird "betriebsbereit" gemacht. Zu diesem Zeitpunkt erfolgt durch die zuschaltende Kupplung selbst jedoch noch keinerlei Aktion. Die zu-

schaltende Kupplung wird erst durch eine Schaltrampe 6 in ihrem Betätigungsdruck p_{Kzu} praktisch zeitgleich zu dem langsam erfolgenden Abschalten der abschaltenden Kupplung, durch eine Erhöhung des Betätigungsdrucks p_{Kzu} gemäß der Schaltrampe 6, zugeschaltet. Nach Ablauf des Schaltvorganges erfolgt nach einer kurzen Sicherheitszeit, zeitlich nach dem Synchronpunkt 3 ein weiterer Drucksprung 7, um sicherzustellen, daß die Kupplung nach Beendigung des Schaltvorganges das zu übertragende Drehmoment auch im weiteren Betrieb sicher überträgt.

Das Antriebsdrehmoment des Automatgetriebes erfährt in der Anfangsphase der Überschneidungsschaltung ein Absinken des Antriebsdrehmoments T_{An} auf ein tieferes Drehmomentniveau 8, welches durch einen gesteuerten Eingriff in eine Steuereinheit der Kraftmaschine erreicht wird. Als Parameter für die Auswahl der in einem Kennfeld abgelesenen Kennwerte des gesteuerten Eingriffs dient dabei die Drehzahl und das Antriebsmoment des Automatgetriebes. Kurz vor dem Ende des Schaltvorganges, also kurz vor dem zeitlichen Erreichen des Synchronpunktes 3 wird dieser gesteuerte Eingriff auf das Antriebsdrehmoment T_{An} aufgehoben.

Durch den schleifenden Übergang der beiden Kupplungen von ihrem Drehmoment tragenden zu ihrem abgeschalteten bzw. von ihrem abgeschalteten zu ihrem Drehmoment tragenden Zustand kommt es zu Verlustleistungen, den sogenannten Überschneidungsverlusten. Deshalb erfährt das Abtriebsdrehmoment T_{Ab} des Automatgetriebes einen kurzfristigen Drehmomenteinbruch 10 in der Anfangsphase der Überschneidungsschaltung. Kurz vor Abschluß der Überschneidungsschaltung kommt es zu einem weiteren Drehmomentsprung 11 im Verlauf des Abtriebsdrehmoments T_{Ab} des Automatgetriebes. Dieser, zeitlich am Synchronpunkt 3 erfolgende Drehmomentsprung 11 hat seine Ursache im Abbau des dynamischen Überschußmoments und dem Übergang auf das neue Übersetzungsverhältnis.

Fig. 2 zeigt das formal analog aufgebaute Schaltablaufdiagramm für das Schaltverfahren mit einem geregelten Anheben 12 des Antriebsdrehmoments T_{An} des Automatgetriebes in der Anfangsphase der Überschneidungsschaltung. Der zeitliche Verlauf der Drehzahl n_t und des Betätigungsdrucks p_{Kab} der abschaltenden Kupplung ist dabei identisch wie beim Stand der Technik. Auch der zeitliche Verlauf des Betätigungsdrucks p_{Kzu} der zuschaltenden Kupplung zeigt in der Anfangsphase dieselbe Druckstufe 5 zur Erzeugung der "Betriebsbereitschaft", während der Schnellfüllzeit t_{SF} der zuschaltenden Kupplung. Die abschaltende Kupplung wird wie auch beim Stand der Technik durch das Verfahren der geregelten Lastübernahme GLÜ abgeschaltet. Die zuschaltende Kupplung wird über eine Schaltrampe 6a im Betätigungsdruck p_{Kzu} der zuschaltenden Kupplung zeitgleich zum Abschalten der abschaltenden Kupplung in Eingriff gebracht. Zeitgleich zu dieser Schaltrampe 6a des Betätigungsdrucks p_{Kzu} der zuschaltenden Kupplung erfährt das Antriebsdrehmoment T_{An} des Automatgetriebes das geregelte Anheben 12 seines Niveaus. Die Vorgabe des Abtriebsdrehmoments T_{Ab} des Automatgetriebes verursacht ein höheres Druckniveau 13 des Betätigungsdrucks p_{Kzu} der zuschaltenden Kupplung nach der Schaltrampe 6a, da diese beiden Parameter über ein Kennfeld direkt gekoppelt sind.

Das Anheben 12 des Antriebsdrehmoments T_{An} des Automatgetriebes erfolgt mittels aktivem Gasgeben an der Kraftmaschine durch deren Motorelektronik. Das verursacht eine zusätzliche Leistungszufuhr von der Kraftmaschine an das Automatgetriebe, wodurch die, durch den schleifenden Übergang der beiden Kupplungen verursachten Überschneidungsverluste kompensiert werden können. Nach dem gere-

gelten Anheben 12 des Antriebsdrehmoments T_{An} muß, wie auch im Stand der Technik, das dynamische Antriebsdrehmoment des Motors, der ja in diesem Augenblick seine Drehzahl n_t ändert, ausgeglichen werden, d. h. das Antriebsdrehmoment T_{An} wird auf das tiefere Drehmomentniveau 8a abgesenkt. Im Gegensatz zum oben beschriebenen Stand der Technik erfolgt dieses Absenken des Antriebsdrehmoments T_{An} nicht durch einen in Abhängigkeit von Drehzahl und Antriebsmoment des Automatgetriebes gesteuerten Eingriff, sondern durch eine Regelung. Konkret bedeutet dies, daß durch die geregelte Manipulation des Antriebsdrehmoments T_{An} , welche sowohl ein Anheben als auch ein Absenken beinhalten kann, der Drehzahl-Istgradient auf einem vorgegebenen Drehzahl-Sollgradienten und damit auf eine Soll-Schleifzeit t_{soll} der zuschaltenden Kupplung eingeregelt wird.

Kurz vor Erreichen der neuen vorgegebenen Drehzahl im Synchronpunkt 3, muß das Antriebsdrehmoment T_{An} erneut angehoben werden. Um den durch die Änderung der Übersetzung an sich verursachten Drehmomentsprung 11 im Abtriebsdrehmoment T_{Ab} zu vermeiden, wird ein dafür erforderliches Niveau 9a des Antriebsdrehmoments T_{An} durch die bekannten Parameter, wie Übersetzungsverhältnis des Gangsprungs und vom Betreiber des Fahrzeugs angefordertes Drehmoment, vorausberechnet. Die Kraftmaschine wird dann auf dieses vorausberechnete Abtriebsdrehmoment bzw. Antriebsdrehmoment T_{An} des Automatgetriebes hochgefahren.

Während des gesamten Ablaufs der Überschneidungsschaltung hat sich das Abtriebsdrehmoment T_{Ab} des Automatgetriebes also nicht geändert. Durch diese abtriebsdrehmomentneutrale Schaltung werden sämtliche Beschleunigungsänderungen am Kraftfahrzeug während des Schaltvorganges vermieden. Der Betreiber des Kraftfahrzeuges bemerkt den Schaltvorgang dadurch nicht mehr und bekommt so den Eindruck eines hohen Schaltkomforts vermittelt.

In Fig. 3 und Fig. 4 ist jeweils das zeitliche Ablaufdiagramm beim Rückschalten des Automatgetriebes dargestellt. Die Anordnung und Bezeichnung der einzelnen Kurven erfolgt dabei analog zu Fig. 1 und Fig. 2.

In Fig. 3 ist zu erkennen, daß beim Rückschalten des Automatgetriebes die Drehzahl n_t während des Schaltvorganges von einer unteren Drehzahl 14 zu einer oberen Drehzahl 15 ansteigt. Die obere Drehzahl 15 wird dabei im Synchronpunkt 3 erreicht. Beim Rückschalten übernimmt die abschaltende Kupplung mit ihrem gesteuerten Verlauf des Betätigungsdrucks p_{Kab} die Drehmomentübertragung. Die zuschaltende Kupplung erfährt in der Anfangsphase der Überschneidungsschaltung während ihrer Schnellfüllzeit t_{SF} die Druckstufe 5, wie dies beim Hochschalten des Automatgetriebes bereits beschrieben wurde. Das eigentliche Zuschalten der zuschaltenden Kupplung erfolgt erst an der Druckrampe 16 in dem Verlauf des Betätigungsdrucks p_{Kzu} . Die abschaltende Kupplung wird parallel dazu, durch einen flachen, rampenartigen Druckabfall 17 ihres Betätigungsdrucks p_{Kab} kurz vor Erreichen des Synchronpunktes 3 abgeschaltet.

Das Antriebsdrehmoment T_{An} des Automatgetriebes wird durch die Motorelektronik während der Anfangsphase der Überschneidungsschaltung auf einem konstanten Niveau gehalten. Zu dem Zeitpunkt, an dem der Druckabfall 17 im Betätigungsdruck der p_{Kab} der abschaltenden Kupplung die eigentliche Überschneidungsphase einleitet, wird das Antriebsmoment des Automatgetriebes analog dem vom Hochschalten bekannten, gesteuerten Absenken 8a durch ein Absenken 8b reduziert. Nach dem Erreichen des Synchronpunktes 3 wird dieser gesteuerte Eingriff aufgehoben und das Antriebsmoment T_{An} erreicht wieder ein ver-

gleichbares Niveau 9b wie vor dem Schaltvorgang. Die für die Erhöhung der Drehzahl n_t von ihrer unteren Drehzahl 14 auf ihre obere Drehzahl 15 benötigte Energie verursacht nun ein Absinken 18 des Antriebsdrehmoments während des gesamten Schaltvorgangs, um die benötigte Energie zur Drehzahlerhöhung bereitstellen zu können. Nach dem Erreichen des Synchronpunktes 3 läuft das Abtriebsdrehmoment T_{Ab} in einem Drehmomentsprung 11b, welcher durch die Änderung des Übersetzungsverhältnisses an sich verursacht wird, auf einen neuen Wert des Abtriebsdrehmoments T_{Ab} .

In Fig. 4 wird nun das zeitliche Schaltablaufdiagramm der Rückschaltung beschrieben. Das Verhalten des Drehmoments n_t und des Betätigungsdrucks p_{Kzu} der zuschaltenden Kupplung erfolgt dabei identisch dazu, wie es beim Stand der Technik bereits beschrieben wurde. Das Niveau eines Druckabfalls 17a des Betätigungsdrucks p_{Kab} der abschaltenden Kupplung liegt dabei höher als der Druckabfall 17 in Fig. 3. Dies hängt damit zusammen, daß ähnlich wie beim Hochschalten der Betätigungsdruck der Kupplung in einem Kennfeld mit dem Abtriebsdrehmoment T_{Ab} zusammenhängt. Nach dem geregelten Anheben 12 des Antriebsdrehmoments T_{An} wird das Antriebsdrehmoment beim Rückschalten nun auf einem höheren Drehmomentniveau 19 in der Art geregelt, daß sowohl das Abtriebsdrehmoment T_{Ab} einen konstanten Verlauf aufweist, als auch der Drehzahl-Istgradient sich auf den vorgegebenen Drehzahl-Sollgradient einregelt und somit die gewünschte Soll-Schleifzeit t_{soll} der schaltenden Kupplung erreicht wird. Die für die Erhöhung der Drehzahl erforderliche Energie wird hier also von dem Antriebsdrehmoment T_{An} durch eine aktive, positive Manipulation erreicht. Das Abtriebsdrehmoment T_{Ab} kann so konstant gehalten werden. Kurz vor Erreichen des Synchronpunktes 3 wird das Antriebsdrehmoment T_{An} auf ein neues Niveau 9c abgesenkt, wobei sich dieses Niveau 9c aus dem vorgegebenen Antriebsdrehmoment T_{An} und der Änderung des Übersetzungsverhältnisses vorausberechnen läßt. Durch dieses gezielte Absenken des Antriebsdrehmoments T_{An} auf das Niveau 9c wird erreicht, daß das Abtriebsdrehmoment T_{Ab} auch zum Abschluß der Überschneidungsschaltung keinerlei Änderungen erfährt.

Sowohl beim Hochschalten als auch beim Rückschalten des Automatgetriebes kann nun der Fall auftreten, daß die Kraftmaschine nicht in der Lage ist, ein ausreichendes Anheben 12 des Antriebsdrehmoments T_{An} zu gewährleisten, z. B. wenn die Kraftmaschine bereits im Vollastbetrieb betrieben wird. In diesem Fall übernimmt die geregelte Lastschaltung GLS wie auch aus dem Stand der Technik bekannt, die Steuerung des Schaltvorgangs. Damit stellt sich beim Betrieb im Vollastbereich der analoge Abtriebsdrehmomentenverlauf T_{Ab} ein, wie beim Stand der Technik, Fig. 1 und Fig. 3. Besteht jedoch noch die Möglichkeit einer Erhöhung des Antriebsmoments T_{An} des Automatgetriebes, wird diese bis zur Vollastgrenze durchgeführt, wodurch sich die Änderungen im Verlauf des Abtriebsdrehmoments des Automatgetriebes verringern, bis bei ausreichendem Abstand zum Vollastbetrieb sich ein konstanter Verlauf einstellt.

Bezugszeichen

- 1 obere Drehzahl beim Hochschalten
- 2 untere Drehzahl beim Hochschalten
- 3 Synchronpunkt
- 4 Rampe in p_{Kzu} (Abschaltpunkt)
- 5 Druckstufe von t_{SF}
- 6, 6a Schaltrampe in p_{Kzu} (Zuschaltpunkt)

7 Drucksprung nach dem Synchronpunkt	
8, 8a, 8b tieferes Drehmomentniveau 8 von T_An	
9, 9a, 9b Niveau T_An nach Schaltung	
10 Drehmomenteinbruch bei T_Ab	
11, 11b Drehmomentsprung T_Ab (Schlußphase der Schal-	5
tung)	
12 Anheben des T_An	
13 höheres Druckniveau	
14 untere Drehzahl beim Rückschalten	
15 obere Drehzahl beim Rückschalten	10
16 Druckrampe in p_Kzu beim Rückschalten	
17, 17a Druckabfall in p_Kab beim Rückschalten	
18 tieferes Drehmomentniveau	
19 höheres Drehmomentniveau	
GLÜ geregelte Lastübernahme	15
GLS geregelte Lastschaltung	
p_Kab Betätigungsdruck an der abschaltenden Kupplung	
p_Kzu Betätigungsdruck an der zuschaltenden Kupplung	
n_t Drehzahl am Automatgetriebe	
T_An Antriebsdrehmoment des Automatgetriebes	20
T_Ab Abtriebsdrehmoment des Automatgetriebes	
t_soll Soll-Schleifzeit	
t_SF Schnellfüllzeit	

Patentansprüche	25
-----------------	----

1. Steuerung einer Überschneidungsschaltung mittels wenigstens je einer zu- und einer abschaltende Kupplung eines Automatgetriebes, wobei das Abtriebsdrehmoment einer Kraftmaschine das Antriebsdrehmoment (T_An) des Automatgetriebes bereitstellt, und wobei die Kraftmaschine eine Einrichtung zur Manipulation ihres Abtriebsdrehmoments aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Anfangsphase der Überschneidungsschaltung ein geregeltes Anheben (12) des Abtriebsdrehmoments der Kraftmaschine in der Art erfolgt, daß sich ein konstantes Abtriebsdrehmoment (T_Ab) des Automatgetriebes einstellt, und daß im weiteren Verlauf der Überschneidungsschaltung ein Drehzahl-Istgradient durch eine Manipulation des Antriebsdrehmoments (T_An) in der Art geregelt wird, daß bei weiterhin konstant gehaltenem Abtriebsdrehmoment (T_Ab) des Automatgetriebes ein vorgegebener Drehzahl-Sollgradient erreicht wird.
2. Steuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Schlußphase der Überschneidungsschaltung kurz vor dem Erreichen des Synchronpunktes (3) das Antriebsdrehmoment (T_An) des Automatgetriebes auf einen von dem geschalteten Übersetzungsverhältnis und dem geforderten Abtriebsdrehmoment (T_Ab) abhängigen Wert (9a, 9c), in der Art eingestellt wird, daß das Abtriebsdrehmoment (T_Ab) des Automatgetriebes wenigstens annähernd konstant bleibt.
3. Steuerung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle eines nicht ausreichenden Abtriebsdrehmoments der Kraftmaschine eine geregelte Lastschaltung (GLS) die Überschneidungsschaltung steuert, und daß das geregelte Anheben (12) des Antriebsdrehmoments (T_An) sofort dann erfolgt, wenn wieder ausreichend Abtriebsdrehmoment an der Kraftmaschine verfügbar ist.
4. Steuerung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Hochschalten des Automatgetriebes um wenigstens eine Gangstufe der Betätigungsdruck (p_Kzu) der zuschaltenden Kupplung in Abhängigkeit des geforderten Abtriebsdrehmoments (T_Ab) eingestellt wird, wobei die zuschaltende Kupplung das Antriebsdrehmoment (T_An) überträgt.

5. Steuerung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Rückschalten des Automatgetriebes um wenigstens eine Gangstufe der Betätigungsdruck (p_Kab) der abschaltenden Kupplung in Abhängigkeit des geforderten Abtriebsdrehmoments (T_Ab) eingestellt wird, wobei die abschaltende Kupplung das Antriebsdrehmoment (T_An) überträgt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

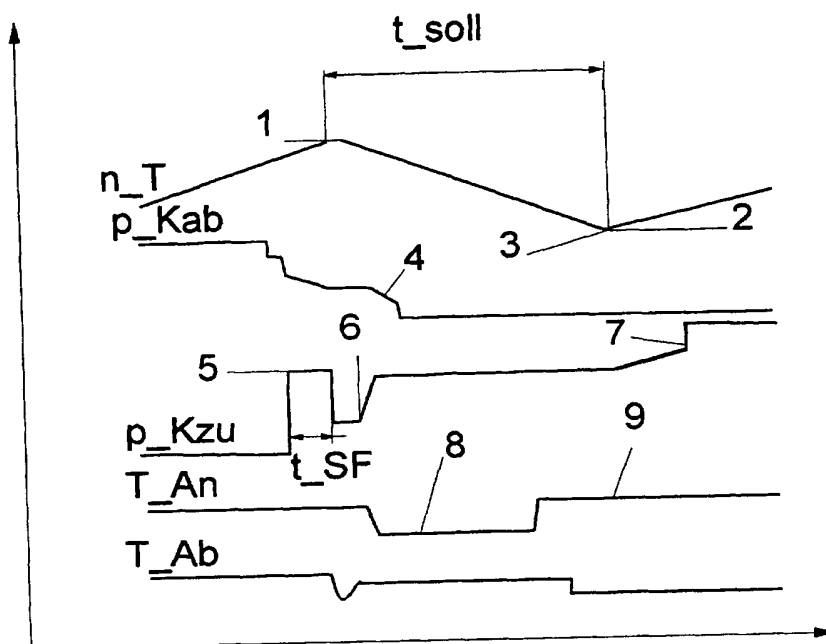


Fig. 1

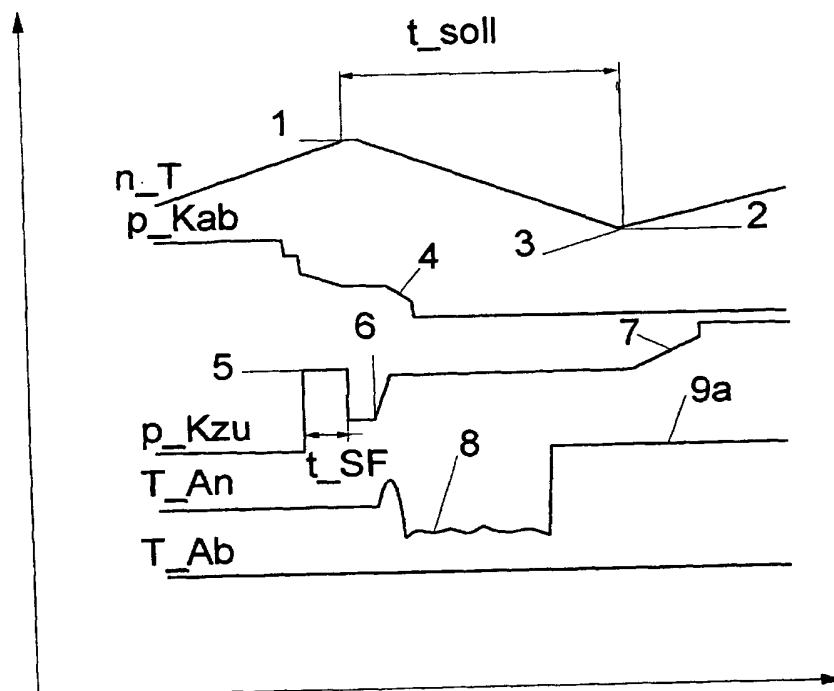


Fig. 2

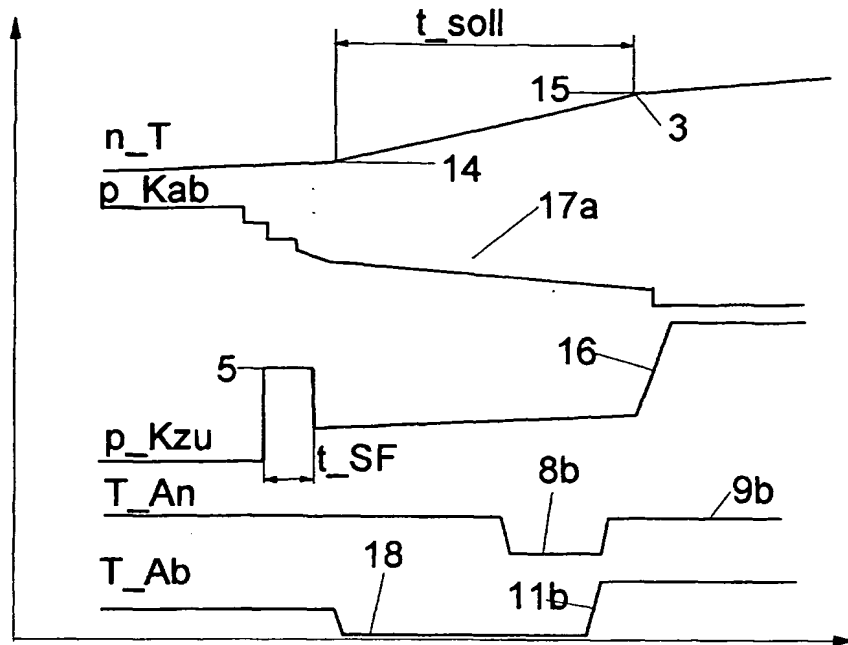


Fig. 3

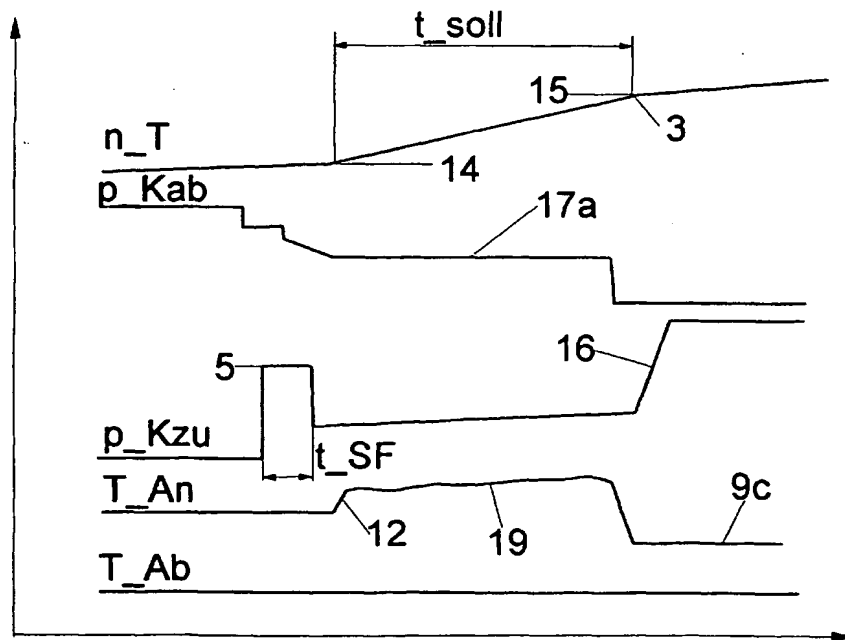


Fig. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO,